

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 50 474.1

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Anmeldetag:

30. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber:

Federal-Mogul Wiesbaden GmbH & Co KG,
Wiesbaden/DE

Bezeichnung:

Lagerschale, Lager und Herstellungsverfahren
von Lagerschalen

IPC:

F 16 C 33/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

„Wehner“

F 1784 DE
24. Okt. 2002
ME/FRI/HUE



Federal-Mogul
Wiesbaden GmbH & Co.KG
Stielstraße 11

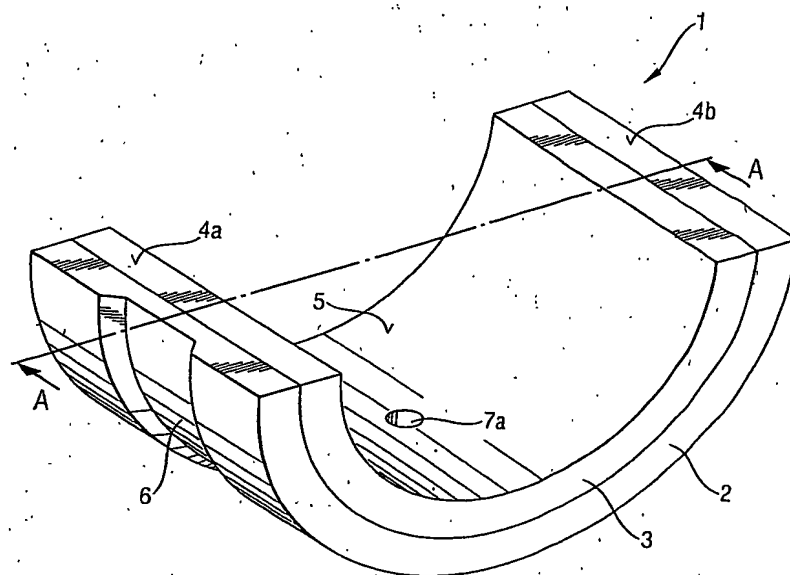
65201 Wiesbaden
Deutschland

Lagerschale, Lager und Herstellungsverfahren von Lagerschalen

Zusammenfassung:

Es wird eine Lagerschale (1) mit einem Trägermaterial (2) aus Metall beschrieben, das mindestens mit einem Gleitlagermaterial (3) beschichtet ist. In der Rückseite des Trägermaterials (2) ist mindestens eine Öl-führende Nut eingeprägt. Das Verfahren zur Herstellung solcher Lagerschalen umfasst folgende Verfahrensschritte: Herstellung eines Bandes aus Verbundmaterial durch einseitiges Beschichten eines metallischen Trägermaterials mit mindestens einem Gleitlagermaterial, Einprägen von Nuten in das freiliegende Trägermaterial des Bandes, Abtrennen von Materialstreifen, Umformen der Materialstreifen zu Lagerschalen und Innenbearbeiten der Lagerschalen, was mit einem Materialabtrag verbunden ist.

ABSTRACT
ZUSAMMENFASSUNG
ABRÉGÉ



Lagerschale, Lager und Herstellungsverfahren von Lagerschalen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Lagerschale mit einem Trägermaterial aus Metall, insbesondere aus Stahl, das mindestens mit einem Gleitlagermaterial beschichtet ist. Die Erfindung bezieht sich auch auf die Verwendung solcher Lagerschalen, auf ein Lager, das aus solchen Lagerschalen zusammengesetzt ist sowie auf ein Herstellungsverfahren von Lagerschalen.

Derartige Lagerschalen werden insbesondere in Verbrennungsmotoren, in Kurbelwellenlagern und Pleuellagern eingesetzt. Je nach Art der Ölführung im Motor können diese Lagerschalen Ölbohrungen und in der Gleitfläche, d.h. im Gleitlagermaterial Ölnuten aufweisen. Diese Ölnuten stehen mit den Ölbohrungen in Verbindung und werden in das Lagermaterial eingefräst. Derartige Ölnuten erstrecken sich in der Regel über den gesamten Innenumfang der Lagerschalen. Soweit Ölnuten im Lagerrücken angeordnet sind, so handelt es sich um groß dimensionierte Lagerschalen für Schiffsdiesel, wobei die Ölnuten sich jeweils über den gesamten Lagerschalenumfang erstrecken.

Neuere PKW-Motorkonzepte sehen eine geänderte Ölführung vor, bei der das Schmieröl teilweise um die Lagerschale herumgeführt werden muss. Versuche mit Ölnuten in der Lageraufnahme haben sich als aufwendig und kostenintensiv herausgestellt. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, dass sich solche Nuten vom Lagergehäuse bis in den Lagerdeckel erstrecken müssen, so dass eine Materialschwächung im Bereich zwischen Lagergehäuse und Lagerdeckel zu Stabilitätsproblemen führt. Außerdem ist der zur Verfügung stehende Platz wegen der dort befindlichen Halteschraube sehr gering.

Aus der DE 33 28 509 C1 sind Gleitlagerelemente bekannt, die auf dem Lagerrücken feine Kanäle als Drainagekanäle für flüssiges Schmiermittel aufweisen, die maximal 15% der Berührungsfläche einnehmen. Die Tiefe wird mit 0,03 bis 0,2 mm angegeben. Mit dieser Maßnahme soll der Ölkohleaufbau zwischen der Rückenfläche des Lagers und der Aufnahmebohrung verhindert werden, ohne dass die das Lager aufnehmenden Maschinenteile und die die Lagerbohrung zusammenhaltenden Elemente verstärkt und damit schwerer ausgebildet werden müssen. Das zwischen den Sitzflächen eindringende Schmiermittel kann im Verlauf der Relativbewegung nach den freien Enden der Sitzflächen hin ausweichen. Dementsprechend müssen alle Drainagekanäle an den axialen Stirnkanten des Gleitlagerelements münden. Für eine gezielte Ölführung sind diese Drainagekanäle somit nicht geeignet. Über die Art der Herstellung der Drainagekanäle wird keine Aussage getroffen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine preiswerte Lagerschale bereitzustellen, die eine Ölführung an der Rückseite der Lagerschale ermöglicht. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung dieser Lagerschalen anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit einer Lagerschale gelöst, bei der in die Rückseite des Trägermaterials mindestens eine ölführende Nut eingeprägt ist.

Es hat sich gezeigt, dass das Einbringen einer ölführenden Nut in das Trägermaterial der Lagerschale einfacher zu bewerkstelligen ist als in der Lageraufnahme, wobei gleichzeitig eine Materialschwächung im Übergangsbereichs von Lagergehäuse und Lagerdeckel vermieden wird. Die Materialschwächung der Lagerschale hat keine negativen Auswirkungen auf die Belastbarkeit und Lebensdauer der Lagerschale.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass das Einprägen einer Nut in den Metallrücken der Lagerschale weitaus kostengünstiger bewerkstelligt werden kann, als dies mit anderen Verfahren, wie z.B. Fräsen möglich ist. Insgesamt kann somit eine Lagerschale mit Außennut preiswert hergestellt werden.

Vorzugsweise erstreckt sich die Nut von einem Lagerschalenende über einen Abschnitt des Außenumfangs der Lagerschale. Es ist für diese neuen Motorkonzepte nicht erforderlich, dass sich die Nut über den gesamten Außenumfang der Lagerschale erstreckt, weil die Ölzuführ- und -abführkanäle im Lagergehäuse bzw. dem Lagerdeckel in der Regel im Bereich des Scheitelpunktes der Lagerschalen angeordnet sind.

Vorzugsweise erstreckt sich die Nut in Umfangsrichtung, d.h. parallel zu den axialen Stirnflächen der Lagerschale.

Um in einem aus zwei Lagerschalen bestehenden Lager eine Ölführung an der Rückseite von der einen Lagerschale zur anderen Lagerschale zu ermöglichen, mündet die Nut vorzugsweise in die Teilfläche der Lagerschale.

Vorzugsweise erstreckt sich die Nut über einen Umfangswinkelbereich von $\alpha \leq 120^\circ$, insbesondere über einen Umfangswinkelbereich von $\alpha \leq 90^\circ$, wobei dieser Winkelbereich von der Teilfläche ab gerechnet wird.

Vorzugsweise weist die Nut im Bereich der Teilfläche ihre maximale Tiefe T_{\max} auf und die Tiefe T verringert sich längs der Nut kontinuierlich bis auf $T = 0$. Dies bedeutet, dass die Nut kontinuierlich in die Außenoberfläche der Lagerschale übergeht.

Die Tiefe T_{\max} ist vorzugsweise $\leq 0,8 \cdot D$, wobei D die Dicke des Trägermaterials bezeichnet. Die Tiefe und die Breite der Nut richten sich nach den Anforderungen bezüglich der Menge des zu führenden Öls, wobei andererseits darauf geachtet werden muss, dass beim Einprägen der Nut nur geringfügige Deformationen des Lagermaterials auftreten. Dies wird im Zusammenhang mit dem Verfahren noch eingehender beschrieben.

Das Gleitlagermaterial besteht vorzugsweise aus einer Aluminiumlegierung, einer Sinterbronze oder einer gegossenen Bronze. Bevorzugte Materialien sind $AlSn6$, $CuAl7$, $Cu80Sn10Pb10$ oder $Cu80Sn10Zn10$.

Falls erforderlich kann zwischen dem Träger- und dem Gleitlagermaterial noch mindestens eine Zwischenschicht vorgesehen sein. Auch eine Overlay-Schicht auf dem Gleitlagermaterial ist möglich.

Das Lager, das aus zwei erfindungsgemäßen Lagerschalen aufgebaut ist, sieht vor, dass die beiden Lagerschalen derart zueinander angeordnet sind, dass die Teilflächen, in die die Nuten münden, aufeinander liegen.

Vorzugsweise werden die Lagerschalen im Hauptlager eines Verbrennungsmotors oder einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt.

Das Verfahren zur Herstellung solcher Lagerschalen sieht folgende Verfahrensschritte vor:

- Herstellen eines Bandes aus Verbundmaterial durch einseitiges Beschichten eines metallischen Trägermaterials mit mindestens einem Gleitlagermaterial,

- Einprägen von Nuten in das freiliegende Trägermaterial des Bandes,
- Abtrennen von Materialstreifen,
- Umformen der Materialstreifen zu Lagerschalen und
- Innenbearbeiten der Lagerschalen, was mit einem Materialabtrag verbunden ist.

Es hat sich gezeigt, dass das Einprägen von Nuten in das Bandmaterial in den herkömmlichen Herstellungsprozess von Lagerschalen eingebunden werden kann, wobei lediglich eine Prägestation in den Ablauf aufgenommen werden muss. Im Vergleich zum maschinellen Bearbeiten von Nuten ist der Prägevorgang deutlich schneller, so dass die Gesamtherstellungszeit von Lagerschalen nur unwesentlich verlängert wird.

Es hat sich auch gezeigt, dass die nachteiligen Auswirkungen durch die unweigerlich auftretenden Materialverdrängungen beim Einprägen in den nachfolgenden Arbeitsschritten auf einfache Weise behoben werden können. Ein Einprägen der Nut in eine fertige Lagerschale würde eine zusätzliche aufwändige Nachbearbeitung erforderlich machen.

Das Abtrennen von Materialstreifen erfolgt entlang senkrecht zur Bandvorschubrichtung verlaufender Trennlinien, wobei je nach Bandbreite sich die Materialstreifen senkrecht zur Vorschubrichtung oder parallel dazu erstrecken. Im letzten Fall entspricht die Bandbreite der Breite des abgetrennten Materialstreifens.

Die Kantenbearbeitung der Materialstreifen kann vor oder nach dem Umformen erfolgen.

Die Nuten werden mit ihrer Längsachse vorzugsweise senkrecht zur Bandvorschubrichtung eingeprägt, was insoweit einem der herkömmlichen Arbeitsabläufe bei der Herstellung von Lagerschalen entgegenkommt, als vom Bandmaterial nacheinander sich senkrecht zur Bandvorschubrichtung erstreckende Materialstreifen abgetrennt werden, die anschließend zu Lagerschalen umgeformt werden. Wenn sich die Materialstreifen in Vorschubrichtung erstrecken, werden die Nuten dementsprechend auch mit ihrer Längsachse in Vorschubrichtung eingeprägt.

Vorzugsweise werden Nuten mit kontinuierlich abnehmender Nuttiefe eingeprägt.

Vorzugsweise wird das Gleitlagermaterial mit erhöhtem Übermaß auf das Trägermaterial aufgebracht. Bei der Innenbearbeitung der Lagerschale, beispielsweise durch ein Bohrverfahren, wird die Dicke des Lagermaterials auf Endmaß gebracht.

Eine Innenbearbeitung der fertigen Lagerschale ist auch bei der herkömmlichen Herstellung von Lagerschalen vorgesehen. Diese herkömmliche Innenbearbeitung setzt allerdings nur ein Aufbringen des Lagermaterials mit geringem Übermaß voraus.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass je nach Größe der Nut durch das Einprägen Deformationen des Lagermaterials auftreten können, die mit der nachträglichen, herkömmlichen Innenbearbeitung nicht vollständig beseitigt werden können. Es hat sich gezeigt, dass eine Beseitigung dieser Deformationen nur dann vollständig gelingt, wenn ein entsprechend großer Materialabtrag mit der Innenbearbeitung

einhergeht. Das Lagermaterial muss nämlich mit erhöhtem Übermaß aufgebracht werden, so dass ein erheblicher Materialabtrag über die gesamte Innenfläche der Lagerschale möglich ist, um dann die Deformationen im Lagermaterial vollständig beheben zu können, so dass die Gleitfläche ihre optimale Kontur erhält. Unter erhöhtem Übermaß versteht man ein Übermaß $\geq 0,2$ mm, d.h. eine Materialdicke, die $\geq 0,2$ mm über Endmaß liegt.

Das Einprägen von Nuten in das Bandmaterial führt aufgrund der Materialverdrängung zu einer Aufweitung und Krümmung des Bandes in der Bandebene. Da die herkömmlichen Bearbeitungsmaschinen für die Bearbeitung von geraden Bändern ausgelegt sind, ist es von Vorteil, wenn auf der der Nut gegenüberliegenden Seite des Bandes jeweils mindestens eine Ausgleichsprägung eingebracht wird.

Diese Ausgleichsprägung wird derart durchgeführt, dass eine vergleichbare Materialverdrängung in Bandebene auftritt, wie dies beim Einprägen der Nut auftritt. Andererseits muss darauf geachtet werden, dass das Einprägen von Ausgleichsnuten nicht zu einem erhöhten Materialabfall führt, wenn der Bereich der Ausgleichsnuten aus dem Material abgetrennt werden muss.

Es hat sich daher als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Ausgleichsprägungen im Bereich der Trennlinien eingebracht werden, wo die Materialstreifen nach dem Einbringen der Nuten abgetrennt werden. Dieser Bereich wird ohnehin durch die nachfolgende Kantenbearbeitung des Materialstreifens bearbeitet, so dass eventuelle Deformationen im Randbereich behoben werden können.

Vorzugsweise wird als Ausgleichsprägung eine keilförmige Nut eingepägt, deren Spitze auf die gegenüberliegende Seite des Bandes weist, wo die Nut eingepägt wird.

Die Bandkrümmung kann auch in Kauf genommen werden, wenn das Folgewerkzeug für die Materialstreifenabtrennung entsprechend angepasst ist. Auf das Einprägen von Ausgleichsnuten kann in diesem Fall verzichtet werden.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Lagerschale,
- Figur 2 einen Schnitt längs der Linie A-A durch die in Figur 1 gezeigte Lagerschale,
- Figur 3 ein Lager bestehend aus zwei Lagerschalen in perspektivischer Darstellung,
- Figuren 4a und 4b Draufsichten auf ein Materialband der Bandbearbeitung gemäß einer ersten Ausführungsform.

In der Figur 1 ist eine Lagerschale 1 in perspektivischer Darstellung zu sehen, die ein metallisches Trägermaterial 2, hier Stahl, aufweist, das mit einem Gleitlagermaterial 3 beschichtet ist, das die Gleitfläche 5 bildet. Die beiden oberen Stirnflächen der Lagerschale 1 werden als Teilflächen 4a, 4b bezeichnet. Ausgehend von der Teilfläche 4a erstreckt sich eine Nut 6 über einen Abschnitt 8 des Außenumfangs der Lagerschale 1. Die Nut 6 ist in das Trägermaterial 2 eingeprägt und besitzt, wie im Bereich der Teilfläche 4a zu sehen ist, einen trapezförmigen Querschnitt (s. auch Fig. 2 und 3). Im Bereich der

Teilfläche 4a besitzt die Nut 6 ihre maximale Tiefe, die sich längs der Nut verringert, so dass die Nut 6 an ihrem Ende 6' ausläuft und in die Oberfläche des Trägermaterials 2 übergeht. Die Nut 6 verläuft parallel zu den axialen Stirnflächen der Lagerschale.

In der Figur 2 ist ein Schnitt längs der Linie A-A der in Figur 1 gezeigten Lagerschale 1 dargestellt. Die Nut 6 erstreckt sich über einen Umfangswinkelbereich 8 des Außenumfangs der Lagerschale 1. Die maximale Tiefe T_{\max} der Nut 6 wird im Bereich der Teilfläche 4a erreicht, wo die Nut 6 in die Teilfläche 4a einmündet. Die Tiefe T verringert sich kontinuierlich über den Umfangswinkelbereich 8, der in der hier gezeigten Ausführungsform ca. 80° beträgt. Die maximale Tiefe T_{\max} beträgt in der hier gezeigten Ausführungsform etwa $0,4 \cdot D$, wobei D die Dicke des Trägermaterials bezeichnet. Die in Figur 2 gezeigte Lagerschale weist zusätzlich noch eine Ölbohrung 7a im Scheitel der Lagerschale auf.

In der Figur 3 ist ein Lager 9 bestehend aus zwei Lagerschalen 1 in perspektivischer Darstellung zu sehen. Die beiden Lagerschalen 1 sind derart angeordnet, dass die beiden Nuten 6 der oberen und der unteren Lagerschale 1 ineinander übergehen und somit eine gemeinsame Nut bilden.

In der Figur 4a ist ein Materialband 10 in Draufsicht dargestellt, das aus einem mit Gleitlagermaterial 3 beschichtetem Trägermaterial 2 besteht und das in Vorschubrichtung 11 bewegt wird. Es handelt sich hierbei um ein gerades Materialband 10, dessen beide Ränder 16, 17 parallel zueinander ausgerichtet sind.

Ein solches Materialband 10, das den Verbund aus Trägermaterial 2 und Gleitlagermaterial 3 aufweist, wird einer Prägestation 12 zugeführt, wie dies in der Figur 4b schematisch angedeutet ist.

In der Prägestation 12 wird eine sich senkrecht zur Vorschubrichtung 11 erstreckende Nut 6 eingeprägt, wobei auch eine Ausgleichsprägung 14 in Form einer keilförmigen Nut im Bereich der Trennlinie 13 eingebracht wird. Die Trennlinie 13 bezeichnet die Linie, an der der Materialstreifen 15 in einem späteren Arbeitsgang abgetrennt wird. Der abgetrennte Materialstreifen 15' bildet ein Zwischenprodukt, aus dem die fertige Lagerschale 1 umgeformt wird.

Die Ausgleichsprägung 14 ist keilförmig, so dass die größte Materialverdrängung am Rand 16 des Bandes 10 auftritt. Würde man auf diese Ausgleichsprägungen 14 verzichten, würde sich das Band 10 verziehen und nach dem Einprägen mehrerer Nuten 6 die gekrümmte, gestrichelt eingezeichnete Gestalt annehmen, die mit dem Bezugszeichen 10' gekennzeichnet ist.

Durch die Ausgleichsprägungen 14 kann trotz der Einprägung der Nuten 6 die Parallelität der Ränder 16 und 17 des Bandes 10a beibehalten werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die maximale Breite der keilförmigen Nuten 14 in etwa der Breite der Nuten 6 entspricht.

Bezugszeichen

- 1 Lagerschale
- 2 Trägermaterial
- 3 Gleitlagermaterial
- 4a,b Teilfläche
- 5 Gleitfläche
- 6 Nut
- 6' Nutende
- 7a,b Ölbohrung
- 8 Winkelbereich
- 9 Lager
- 10 Band
- 10' Band
- 11 Vorschubrichtung
- 12 Prägestation
- 13 Trennlinie
- 14 Ausgleichsprägung
- 15,15' Materialstreifen
- 16 Rand
- 17 Rand

Patentansprüche

1. Lagerschale mit einem Trägermaterial aus Metall, insbesondere aus Stahl, das mindestens mit einem Gleitlagermaterial beschichtet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass in die Rückseite des Trägermaterials (2) mindestens eine ölführende Nut (6) eingeprägt ist.
2. Lagerschale nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich die Nut (6) von einem Lagerschalenende über einen Abschnitt (8) des Außenumfangs der Lagerschale (1) erstreckt.
3. Lagerschale nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich die Nut (6) in Umfangsrichtung erstreckt.
4. Lagerschale nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Nut (6) in die Teilfläche (4a) der Lagerschale (1) mündet.
5. Lagerschale nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich die Nut (6) über einen Umfangswinkelbereich (8) von $\alpha \leq 120^\circ$ erstreckt.
6. Lagerschale nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich die Nut (6) über einen Umfangswinkelbereich (8) von $\alpha \leq 90^\circ$ erstreckt.

1,2

2,7

(1)

(1)

7. Lagerschale nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (6) im Bereich der Teilfläche (4a) ihre maximale Tiefe T_{\max} aufweist und
- dass sich die Tiefe T längs der Nut (6) kontinuierlich bis auf $T = 0$ verringert.
8. Lagerschale nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tiefe $T_{\max} \leq 0,8 D$ ist, wobei D die Dicke des Trägermaterials (2) ist.
9. Lagerschale nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleitlagermaterial (3) aus einer Al-Legierung oder einer Sinterbronze besteht.
10. Lager mit zwei Lagerschalen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Lagerschalen (1) derart angeordnet sind, dass die Teilflächen (4a), in die die Nuten (6) münden, aufeinander liegen.
11. Verwendung der Lagerschale nach Anspruch 1 im Hauptlager einer Verbrennungskraftmaschine.
12. Verfahren zur Herstellung von Lagerschalen mit folgenden Verfahrensschritten:
- Herstellen eines Bandes aus Verbundmaterial durch einseitiges Beschichten eines metallischen Trägermaterials mit mindestens einem Gleitlagermaterial;
 - Einprägen von Nuten in das freiliegende Trägermaterial des Bandes;

7. (1)

Bezug

4

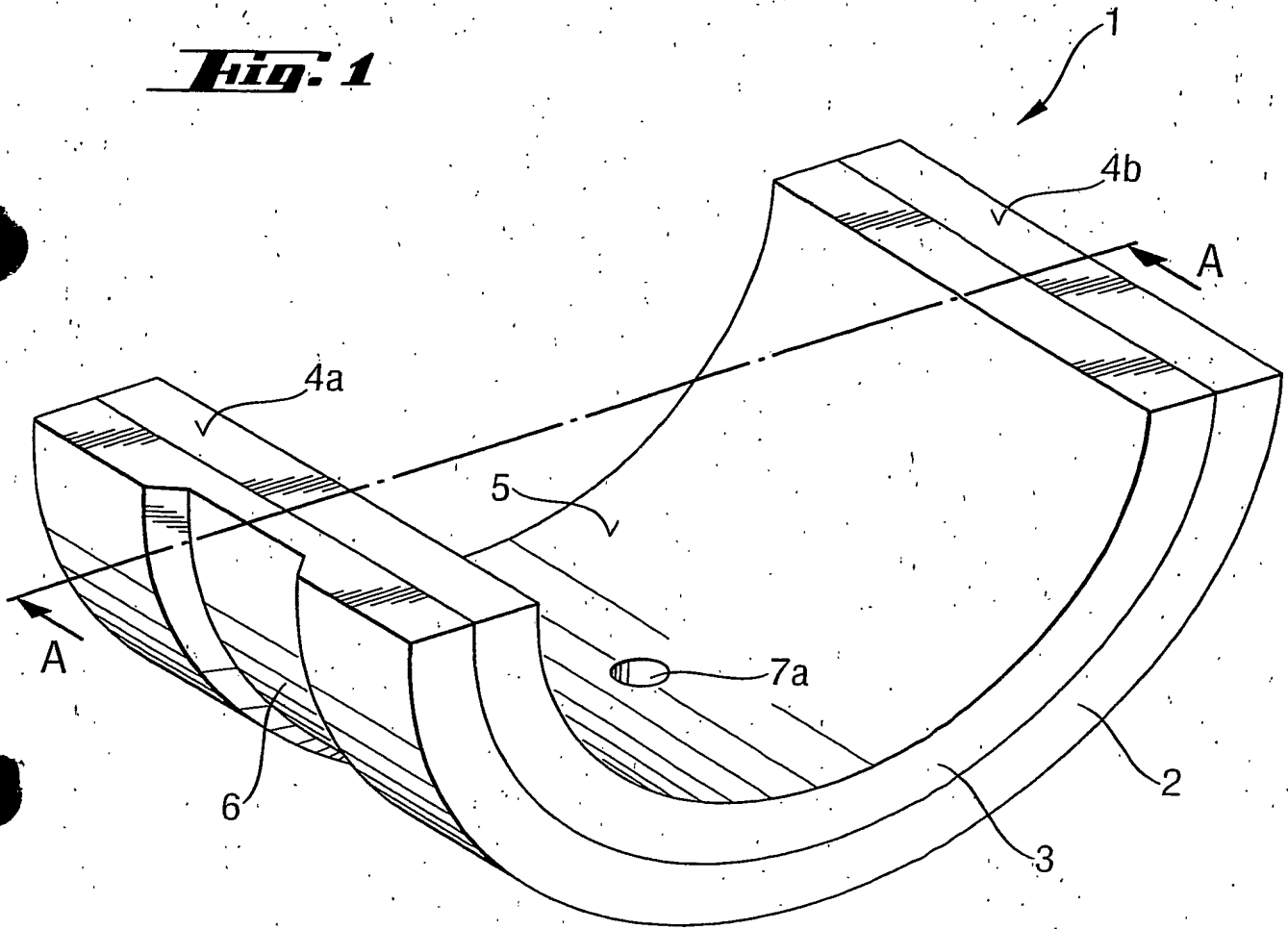
- Abtrennen von Materialstreifen,

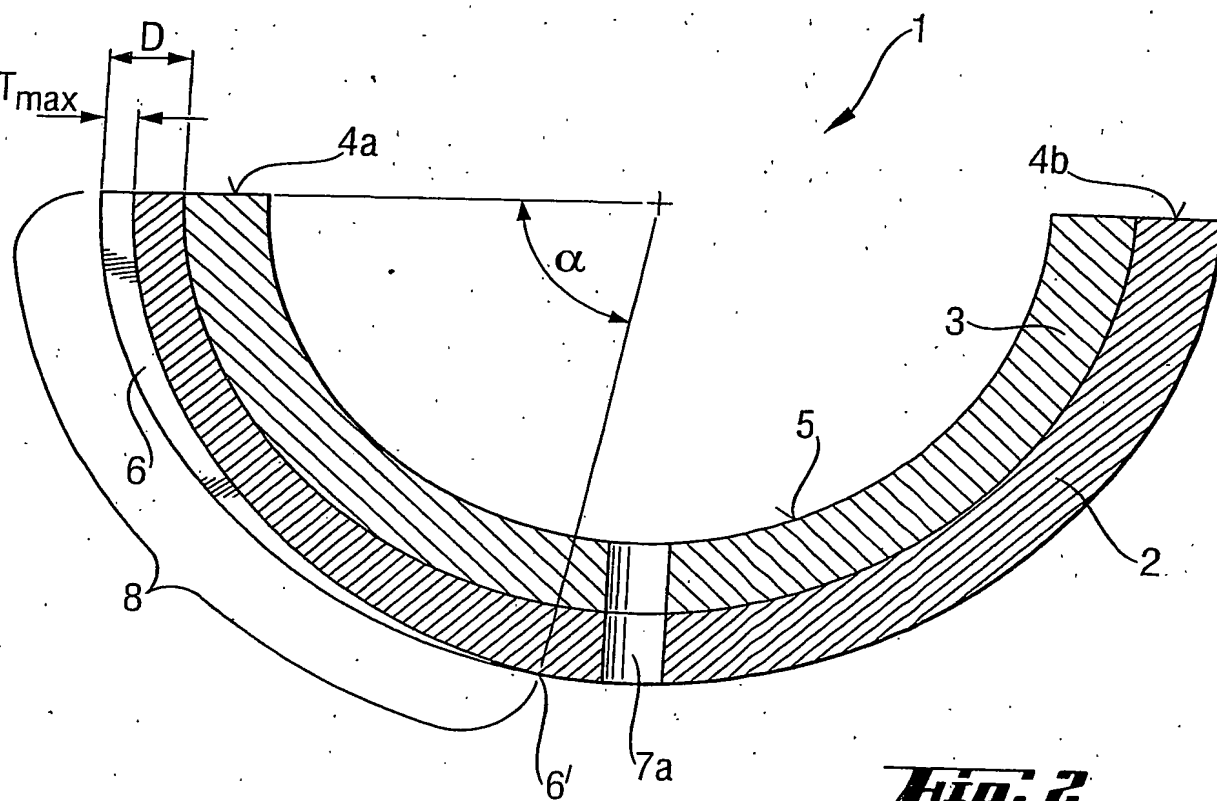
- Umformen der Materialstreifen zu Lagerschalen und

- Innenbearbeiten der Lagerschalen, was mit einem Materialabtrag verbunden ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nuten senkrecht zur Bandvorschubrichtung eingeprägt werden. 5, 6,
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass Nuten mit kontinuierlich abnehmbarer Nuttiefe T eingeprägt werden. 7, 8, 9
abs 9
15. Verfahren nach Anspruch 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleitlagermaterial mit überhöhtem Übermaß auf das Trägermaterial aufgebracht wird und dass bei der Innenbearbeitung der Lagerschale die Dicke des Lagermaterials auf Endmaß gebracht wird. S. 6. Abs 5
16. Verfahren nach Anspruch 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der der Nut gegenüberliegenden Seite des Bandes jeweils mindestens eine Ausgleichsprägung eingebracht wird. Fig 3 von 6
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausgleichsprägung im Bereich der Trennlinie eingebracht wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ausgleichsprägung eine keilförmige Nut eingeprägt wird.

Fig. 1



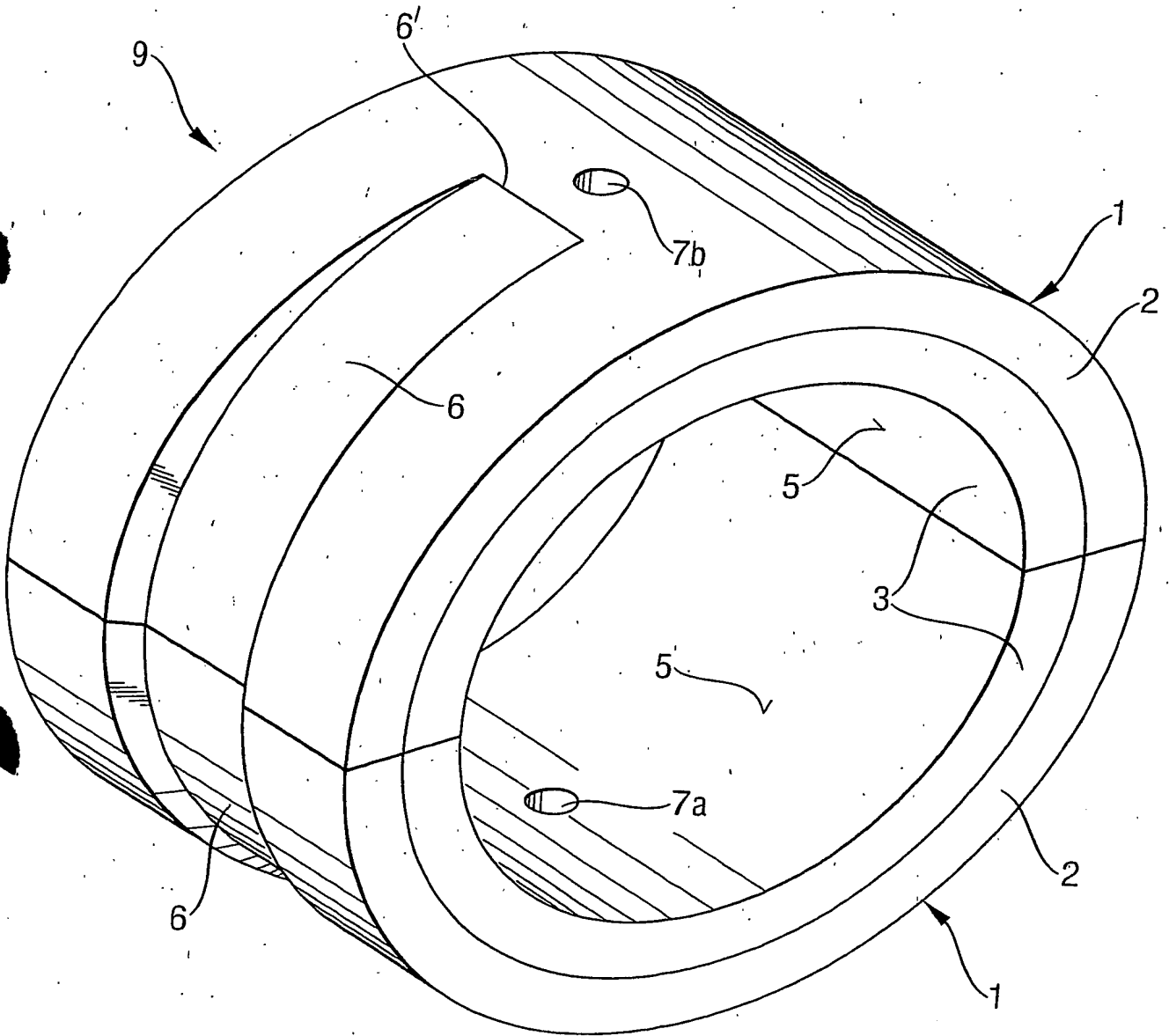


Fig. 3

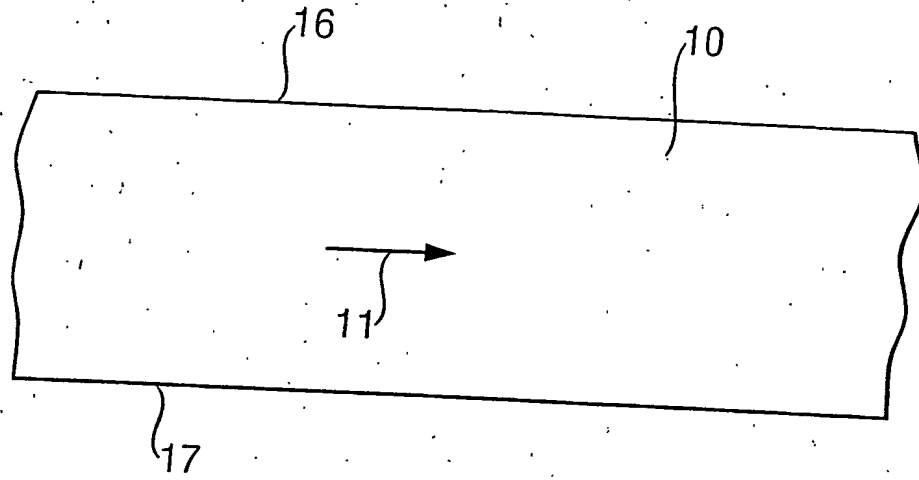


Fig. 4a

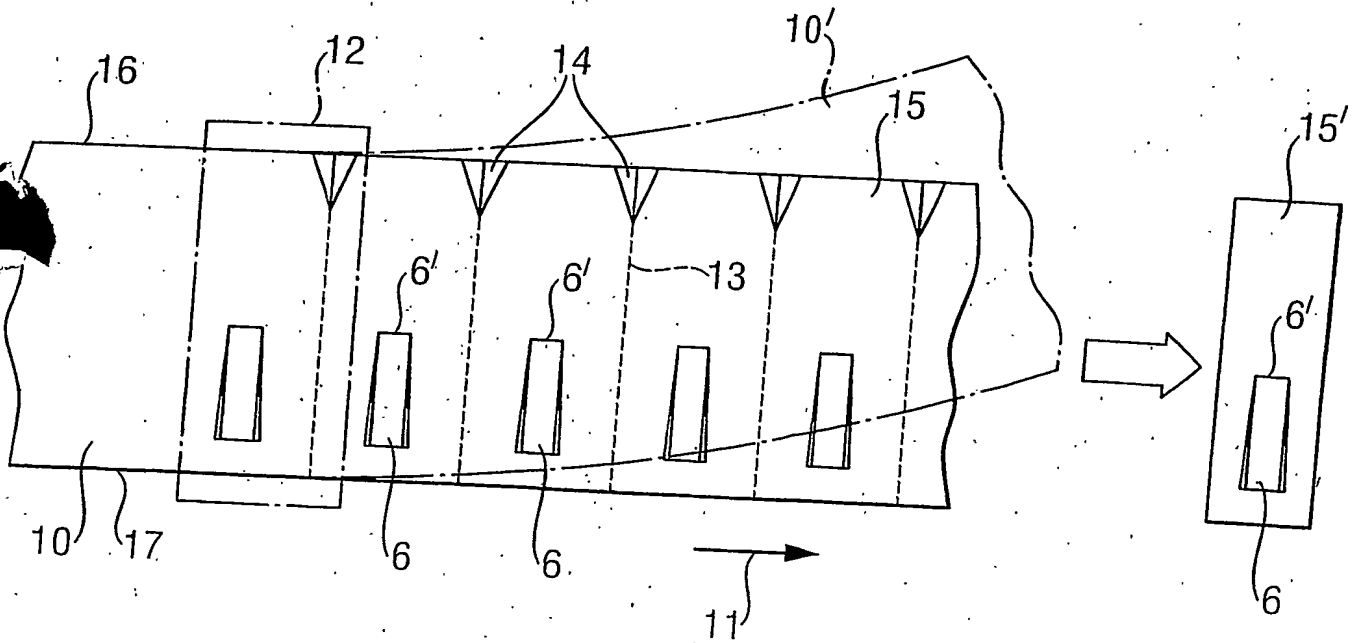


Fig. 4b

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.